

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-042579

(43)Date of publication of application : 15.02.1994

(51)Int.Cl.

F16F 15/02  
B60K 5/12  
G05D 19/02

(21)Application number : 04-192357

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 20.07.1992

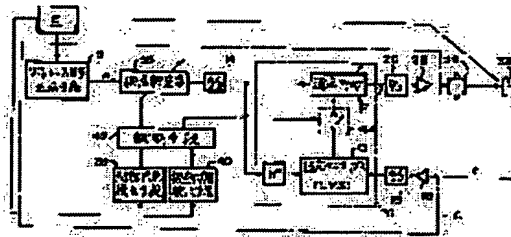
(72)Inventor : TAKEHARA SHIN  
IKEDA NAOKI  
SENI HIROSHI  
NAKAO NORIHIKO  
MITSUFUJI CHIAKI  
TSUKAHARA YUTAKA  
HARADA SHINGO

## (54) VEHICLE VIBRATION REDUCING DEVICE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the power consumption of a controlled vibration generating means without greatly losing the vibration reducing effect in a vibration reducing device of a vehicle using the optimization method.

CONSTITUTION: A controlled condition detecting means 38 to detect the controlled condition by the optimization method and an adjusting means 42 to reduce/change only the amplitude of the driving signal (y) when the controlled condition detecting means 38 detects the steady condition of the control are provided.





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エンジンの振動に起因して車両の所定部位において発生する制御対象振動を低減させるための制御振動を発生させる制御振動発生手段と、該制御振動発生手段を駆動させるための駆動信号を前記エンジンの駆動状態と関連したリファレンス信号に基づいて最適化手法により生成する駆動信号生成手段とを備えてなる車両の振動低減装置において、

前記最適化手法による制御状態を検出する制御状態検出手段と、該制御状態検出手段が制御の定常状態を検出したときに前記駆動信号の振幅のみを減少変更する調整手段とを備えたことを特徴とする車両の振動低減装置。

【請求項 2】 エンジンの振動に起因して車両の所定部位において発生する制御対象振動を低減させるための制御振動を発生させる制御振動発生手段と、該制御振動発生手段を駆動させるための駆動信号を前記エンジンの駆動状態と関連したリファレンス信号に基づいて最適化手法により生成する駆動信号生成手段とを備えてなる車両の振動低減装置において、

前記最適化手法による制御状態を検出する制御状態検出手段と、前記制御対象振動の振動状態を検出する振動状態検出手段と、前記制御状態検出手段が制御の定常状態を検出したときに前記駆動信号の振幅を減少変更し、制御の定常状態が検出された後に前記振動状態検出手段が前記制御対象振動の非定常状態を検出したときに前記振幅の減少変更を中止する調整手段とを備えたことを特徴とする車両の振動低減装置。

【請求項 3】 前記制御状態検出手段は、前記制御対象振動の振動状態を検出して該制御対象振動が定常状態となったことに基づいて前記制御の定常状態を検出するのであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の車両の振動低減装置。

【請求項 4】 前記調整手段による前記駆動信号の振幅の減少変更が、該振幅を徐々に減少変更する逓減変更であることを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載の車両の振動低減装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、エンジンの振動に起因して車両の所定部位において発生する制御対象振動に対して、振動発生手段により新たな制御振動を発生させてこれを制御対象振動に重ねることにより積極的に振動を低減するように構成された車両の振動低減装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 車両におけるエンジンの振動は、エンジンの車体への取付部を介して車体に伝播して車室内において不快な振動を発生させたり、あるいは空気を介して伝播して乗員にとって耳障りな騒音を発生させたりする。

【0003】 従来、例えば特表平1-501344号公報に開示されているように、低減させたい振動に対してこれと逆位相の関係となる振動を最適化手法により発生させ、これを低減させたい振動と重ねることによって振動低減を図る振動低減装置が知られている。この種の振動低減装置は、一般に次のような構成となっている。図7は従来の車両の振動低減装置の概略構成を示す図である。

【0004】 図7に示すように上記従来の車両の振動低減装置は、車両の所定位置に配置されて該所定位置における振動を検出する  $m$  個の振動検出手段（騒音を検出する場合には、一般にマイクロホンを用いる。）2 と、車両の所定位置に配置されて上記振動検出位置における振動を低減させるための制御振動を発生させる  $i$  個の制御振動発生手段（音を発生させる場合には、一般にスピーカを用いる。）4 と、該制御振動発生手段 4 を駆動させるための駆動信号  $y_1 \sim y_i$  を生成する駆動信号生成手段 6 とを備えている。

【0005】 上記振動検出手段 2 は、上記制御振動発生手段 4 から発せられた制御振動と、エンジン E の振動に起因して発生する制御対象振動とを併せて検出し、この検出した振動をエラー信号  $e_1 \sim e_m$  として出力する。また上記駆動信号  $y_1 \sim y_i$  はリファレンス信号生成手段 8 から出力されるリファレンス信号  $x$  を適応フィルタ  $F_1 \sim F_i$  に通過させることで得られる。

【0006】 上記駆動信号生成手段 6 は、適応アルゴリズム部 10 により、上記振動検出手段 2 より入力された上記エラー信号  $e_1 \sim e_m$  が最小となるように、上記デジタルフィルタ  $F_1 \sim F_i$  のパラメータを時々刻々と調整するように構成されている。この調整のための適応アルゴリズムとしては LMS 法 (Least Mean Square Method)、シンプレックス (Simplex) 法、ポエル (Powell) 法などが知られているが、図7に示すのはこのうち LMS 法によるものである。上記調整により駆動信号生成手段 6 は、リファレンス信号  $x$  に基づいて上記駆動信号  $y_1 \sim y_i$  を生成する。なお、LMS 法では上記リファレンス信号  $x$  は、デジタルフィルタ  $H^{\circ}_{1i}$  ( $i = 1, 2, \dots, i; M = 1, 2, \dots, m$ ) を経由して適応アルゴリズム部 10 に入力されるが、上記  $H^{\circ}_{1i}$  は  $i$  番目の制御振動発生手段 4 と  $M$  番目の振動検出手段 2 との間の伝達特性をモデル化したものであり、これにより制御振動生成手段 4 と振動検出手段 2 との空間的距離をいわば補間するようにしている。

【0007】 上記駆動信号生成手段 6 では、信号処理がデジタル計算によって行なわれるので、リファレンス信号  $x$  の入力段にはアンプ 12 および A/D 変換器 14 が、またエラー信号  $e_1 \sim e_m$  の入力段にはアンプ 16 および A/D 変換器 18 が、さらに駆動信号  $y_1 \sim y_i$  の出力段には D/A 変換器 20 およびアンプ 22 がそれぞれ設けられている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、制御振動発生手段を駆動させるためには多くの電力を必要とする。特に制御振動発生手段が、加振用アクチュエータのように車体に直接振動を与えるものである場合、その消費電力量は多大となる。そこで、振動低減効果をあまり損なうことなく、制御振動発生手段の消費電力量を少しでも低減させたいという要請がある。

【0009】最適な振動低減が行なわれている状態すなわち制御振動によって制御対象振動が完全に打ち消されている状態においては、制御対象振動と制御振動とが逆位相で、両者の振幅が等しい状態にある。制御対象振動と制御振動との位相差が両者が逆位相の関係にある状態から変化すると、両者が互いに強め合って制御対象振動が急激に大きくなってしまう。一方、制御対象振動と制御振動とが逆位相の状態にあれば、制御振動の振幅が制御対象振動の振幅より小さくなくても、小さい分だけの打ち消せずに残った振動は発生することになるが、制御対象振動が急激に高まるということはない。

【0010】そこで振動低減効果をあまり損なわずに制御振動発生手段の電力消費量を低減させるためには、制御対象振動と制御振動とが逆位相となる状態は保持しながら制御振動の振幅のみが小さくなるように制御振動発生手段の駆動量を低減させればよいことになる。しかし、上述した最適化手法を用いた車両の振動低減装置においては、適合アルゴリズムにより制御振動の位相調整と振幅調整とをいわば不可分に行なっているため、上記のように制御対象振動と制御振動とが逆位相となる状態は保持しながら制御振動の振幅のみを小さくすることは困難であった。

【0011】本発明が解決しようとする課題は、最適化手法を用いた車両の振動低減装置において、振動低減効果をあまり損なうことなく制御振動発生手段の電力消費量を低減させることができるようにすることにある。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための手段として、本発明による請求項1記載の車両の振動低減装置では、上述した構成の車両の振動低減装置において、最適化手法による制御状態を検出する制御状態検出手段と、該制御状態検出手段が制御の定常状態を検出したときに駆動信号の振幅のみを減少変更する調整手段とを備えた。

【0013】また、上記課題を解決するための手段として、本発明による請求項2記載の車両の振動低減装置では、上述した構成の車両の振動低減装置において、最適化手法による制御状態を検出する制御状態検出手段と、制御対象振動の振動状態を検出する振動状態検出手段と、前記制御状態検出手段が制御の定常状態を検出したときに前記駆動信号の振幅を減少変更し、制御の定常状態が検出された後に前記振動状態検出手段が前記制御対象振動の非定常状態を検出したときに前記振幅の減少変

更を中止する調整手段とを備えた。

【0014】また、上記課題を解決するための具体的な手段として、本発明による請求項3記載の車両の振動低減装置では、請求項1または2記載の制御状態検出手段を、前記制御対象振動の振動状態を検出して該制御対象振動が定常状態となったことに基づいて前記制御の定常状態を検出するものとした。

【0015】また、上記課題を解決するための好適な手段として、本発明による請求項4記載の車両の振動低減装置では、請求項1、2または3記載の調整手段による前記駆動信号の振幅の減少変更を、該振幅を徐々に減少変更する逡減変更とした。

【0016】なお、上記最適化手法による制御の定常状態とは、具体的には、適応フィルタのパラメータの調整が定常状態となった状態すなわち適合フィルタのパラメータが略一定の状態に落ちついた状態をいう。

#### 【0017】

【作用および発明の効果】本発明による車両の振動低減装置では、制御状態検出手段が最適化手法による制御の定常状態を検出したときに、調整手段が駆動信号の振幅のみを低減変更する。

【0018】最適化手法による制御が定常状態にあるということは、適応フィルタのパラメータが一定の状態に固定されたのと同様の状態にあり、かつ制御対象振動の低減は最大に図られている状態にあることを示している。したがって上記制御の定常状態にあるときには最適化手法による制御を中断して適応フィルタのパラメータを一定状態に固定しても振動低減は十分に図られていることになる。このように最適化手法による制御が非定常状態すなわち適応フィルタのパラメータの調整が時々刻々で行なわれている状態では、駆動信号の振幅のみを低減させることは困難であるが、最適化手法による制御が定常状態にあるときには、上記したように最適化手法による制御を中断して適応フィルタのパラメータの調整が行なわれない状態としてから駆動信号の振幅を低減させるなど、駆動信号の振幅のみを低減させることが可能となる。

【0019】駆動信号の振幅のみを低減変更すれば、制御振動発生手段の駆動量を低減でき、しかも制御対象振動と制御振動とが逆位相となる状態は保持しながら制御振動の振幅のみを低減させることが可能となるので、振動低減効果をあまり損なわずに制御振動発生手段の電力消費量を低減させることができる。

【0020】なお、駆動信号の振幅の低減変更は、制御の定常状態になる前の状態すなわち適応フィルタのパラメータを時々刻々と調整しなければ十分な振動低減効果が得られない状態に戻ったら中止すればよいが、本発明による車両の振動低減装置で制御対象振動の振動状態を検出する振動状態検出手段を備えたものにおいては、該振動状態検出手段が、制御の定常状態が検出された後に

制御対象振動の非定常状態を検出したときに前記振幅の減少変更を中止することとした。

【0021】上述のように本発明による車両の振動低減装置によれば、制御状態検出手段と調整手段とを備えたことにより、振動低減効果をあまり損なうことなく制御振動発生手段の電力消費量を低減させることが可能となる。

【0022】なお、調整手段による駆動信号の振幅の減少変更を、該振幅を徐々に減少変更する通減変更としたものによれば、振幅の減少変更による制御対象振動の高まりを乗員に意識させずに電力消費量の低減を図ることが可能となる。

#### 【0023】

【実施例】以下、添付図面に基いて本発明による車両の振動低減装置の実施例を説明する。

【0024】図1は本発明の一実施例による車両の振動低減装置の概略構成を示す図、および図2はその取付位置を示す概略図である。なお、本実施例による車両の振動低減装置において、図7に示した従来の車両の振動低減装置と同様の要素に関しては、同一の符号を付しその詳細な説明は省略する。

【0025】本実施例による車両の振動低減装置は、エンジンEの駆動に起因して車体に発生する制御対象振動の低減を図るものであり、図示のように、車体の所定位置に設けられたm個（簡単のため図1および図2では1個のみ示す。）の振動検出手段としての加速度センサ32と、上記エンジンEの車体への取付部において該エンジンEと車体との間に介設され、上記制御対象振動を低減させるための制御振動を発生させるi個（簡単のため図1および図2では1個のみ示す。）の制御振動発生手段としての加振用アクチュエータ34と、該各アクチュエータ34を駆動させるコントローラCとを備えている。

【0026】図1に示すように上記コントローラCは、エンジンEの振動に基いてリファレンス信号xを生成するリファレンス信号生成手段36と、該リファレンス信号xに基いて上記各アクチュエータ34を駆動させるための駆動信号yを生成する駆動信号生成手段6とを備えている。この駆動信号生成手段6は、上記リファレンス信号xを通過させることにより上記各アクチュエータ34を駆動させるための駆動信号yが得られるi個（簡単のため1個のみ示す。）の適応フィルタFと、上記各アクチュエータ34が発生させる振動とエンジンEの駆動に起因して発生する制御対象振動とを併せて検出した上記各加速度センサ32から出力されたエラー信号eが最小となるように上記各適応フィルタFの調整をする適応アルゴリズム部10とを備えている。本実施例において、上記各適応フィルタFの調整を行なうために用いる最適化手法としての適応アルゴリズムはLMS法であり、このため上記制御振動生成手段6は、上記各アクチュエータ34と上記各加速度センサ32との間の伝達関数をモデル化した

デジタルフィルタH<sup>\*</sup>を備えている。また上記コントローラCには、上記リファレンス信号xを増幅する振幅調整器36および同信号xをデジタル変換するA/D変換器14と、上記各駆動信号yをアナログ変換するD/A変換器20および同信号yを増幅するアンプ22と、上記各エラー信号eを増幅するアンプ16および同信号eをデジタル変換するA/D変換器18とが内蔵されている。

【0027】本発明の特徴は、本実施例においては、最適化手法による制御状態を検出する制御状態検出手段38と、制御対象振動の振動状態を検出する振動状態検出手段40と、制御状態検出手段38が制御の定常状態を検出したときに駆動信号yの振幅のみを減少変更し、その後振動状態検出手段40が制御対象振動の非定常状態を検出したときに上記振幅の減少変更を中止する調整手段42とを備えた点にあり、以下この点について詳述する。

【0028】図3は本実施例による制御の流れを示すフローチャート、および図4は調整手段による調整タイミングを示す図で、同図(a)はエンジン回転周期の変化を、同図(b)は調整スイッチのON/OFFタイミングを、同図(c)は振幅調整器の利得の変化をそれぞれ示している。

【0029】図3および図4に示すように制御状態検出手段38は、エンジン回転周期Tを検出することにより制御対象振動の振動状態を検出し、エンジン回転周期Tが所定時間略一定状態にあったことに基づいて制御の定常状態を検出する。なお図3に示すKは $K = \tau$ に初期設定されたカウンタで、制御状態検出手段38は、サンプリングタイムごとにエンジン回転周期Tを検出してエンジン回転周期Tの変化がサンプリングタイム間で所定値 $\Delta T$ 以上変化していないときにはサンプリングタイムごとにKを1つずつ減じ、 $K = 0$ となったことによりエンジン回転周期Tが所定時間略一定状態にあったことを判別する。

【0030】制御状態検出手段38により制御の定常状態が検出されると、調整手段42は、図1に示す調整スイッチ44のスイッチをOFFとして適応アルゴリズム部10による適応フィルタFのパラメータの調整を中断し、該適応フィルタFのパラメータを一定状態に固定すると共に、振幅調整器36の利得Bを1から徐々に低減させていく。調整スイッチ44がOFFとなっているので振幅調整器36の利得Bを下げれば、駆動信号yの振幅のみが低減され、これにより振動低減効果をあまり損なうことなくアクチュエータ34の駆動量を低減してその電力消費量を低減することができる。すなわち、駆動信号yの振幅が低減されれば、その分振動検出手段32から出力されるエラー信号eは大きくなり、適応アルゴリズム部10はこの大きくなったエラー信号eを再び小さくしようとするが、調整スイッチ44がOFFなので適応フィルタFのパラメータの調整は行なわれない。したがってリファレンス信号xの振幅を低減することにより駆動信号yの振幅

のみを低減できることになる。一方、制御の定常状態になったときは適応フィルタFのパラメータは略一定状態であり、しかも振動低減は最大に図られている状態にあるので、調整スイッチ44をOFFにして適応フィルタFのパラメータを一定の状態に固定しても制御振動が制御対象振動と逆位相となっている状態は維持できる。したがってこの状態からリファレンス信号の振幅を低減すれば制御振動と制御対象振動とが逆位相となった状態は変えずに、すなわち振動低減効果をあまり損なうことなく、駆動信号の振幅のみすなわち制御振動の振幅のみを低減することが可能となる。

【0031】なお図3に示すように、本実施例においては調整手段42は、制御状態検出手段38により制御の定常状態が検出された後、振動状態検出手段40により制御対象振動の非定常状態が検出されるまで、振幅調整器36の利得Bにサンプリング周期ごとに $\beta_1$  ( $0 < \beta_1 < 1$ ) を乗じていくことにより駆動振動の振幅を徐々に低減させていく。また振動状態検出手段40は、エンジン回転周期Tを検出することにより制御対象振動の振動状態を検出し、エンジン回転周期Tのサンプリング周期間の変化が所定値 $\Delta T$ 以上であったら制御対象振動が非定常状態にあることを判別する。そして、調整手段42は、制御状態検出手段38により制御の定常状態が検出された後、振動状態検出手段40により制御対象振動の非定常状態が検出されたときに、調整スイッチ44をONにして駆動信号yの振幅の減少変更を中止する。なお、本実施例において調整スイッチ44をONにした時に、振幅調整器36の利得Bをいきなり1に戻さずにサンプリング周期ごとにBに $\beta_2$  ( $\beta_2 > 1$ ) を乗じて利得Bが徐々に1に戻るようにしているのは、利得Bを急激に1に戻すことによる制御振動の急激な変化を防止して、振動低減制御がスムーズに行なえるように配慮したことによる。なお、図3に示すPは調整スイッチ44のON/OFF信号で、P=0はOFF状態、P=1はON状態を示す。

【0032】以上、本発明による車両の振動低減装置の一実施例を説明したが、本発明による車両の振動低減装置は、かかる態様に限定されるものではなく、種々の変更を行なうことが可能である。

【0033】例えば、前記実施例では制御振動発生手段としてアクチュエータを用いているが、特に騒音の低減を図るために制御振動発生手段としてスピーカを用いてもよい。

\*

$$A = [A(0), A(1), \dots, A(j)] \\ = [|a(n)|, |a(n-1)|, \dots, |a(n-j)|]$$

a(n) : 時刻n(現在)の出力信号

A<sub>0</sub> : Aに対する制限値

B : 振幅調整器の利得

S, j : 変数

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による車両の振動低減装置の

\* 【0034】また前記実施例では、最適化手法としてLMS法を用いているが、本発明は最適化手法としてシンプレックス法やポエル法を用いた車両の振動低減装置に対しても適用することができる。

【0035】なお、本発明とは直接関係するものではないが、車両の振動低減装置において制御振動発生手段の電力消費量の低減を図るように構成したものとして、車両の他の機器の電力消費状態に基づいて制御振動発生手段の駆動量を低減させるものが考えられるので、以下簡単にそのような車両の振動低減装置について説明する。

【0036】図5は他の車両の振動低減装置の概略構成を示す図、および図6はその制御の流れを示すフローチャートである。なお、図5に示す車両の振動低減装置において前記本発明による車両の振動低減装置と同様の要素については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0037】図5に示すようにこの車両の振動低減装置は、バッテリー46の電圧値Vと、エンストや回路のショートやオルタネータ48の故障の有無を示すオルタネータ48からの故障信号Lと、バッテリー46からライト50や空調装置52などへ流れる電流値Iと、駆動信号yの振幅Aとを検出して、電流値Iが所定値I<sub>0</sub>より大きくなったら駆動信号yの振幅Aを低減してアクチュエータ34の電力消費量を低減させる調整手段42'を備えている。

【0038】制御の流れに対する詳細な説明は省略するが、図6に示すように調整手段42'は、電流値Iが所定値I<sub>0</sub>以下の場合は通常の振動低減制御が行なわれるようにし、電流値Iが所定値I<sub>0</sub>より大きくなったときには、さらに故障信号LがL=0となっている(すなわちエンストや回路のショートやオルタネータ48の故障が起きている)か、あるいはバッテリー電圧値Vが所定値V<sub>0</sub>より大きくなっているかを判定してどちらか一方でも起きていれば、振幅調整器36の利得Bを0として振動低減制御を中止する。また、電流値IがI<sub>0</sub>>I<sub>0</sub>であっても、L≠0およびV≧V<sub>0</sub>のときは駆動信号yの振幅Aの所定サンプリング時間内での平均値Sが、振幅の制限値A<sub>0</sub>を越えないように振幅調整器36の利得Bを時々刻々と低減する。

【0039】なお、図6に示す符号の意味は以下の通りである。

【0040】

概略構成を示す図

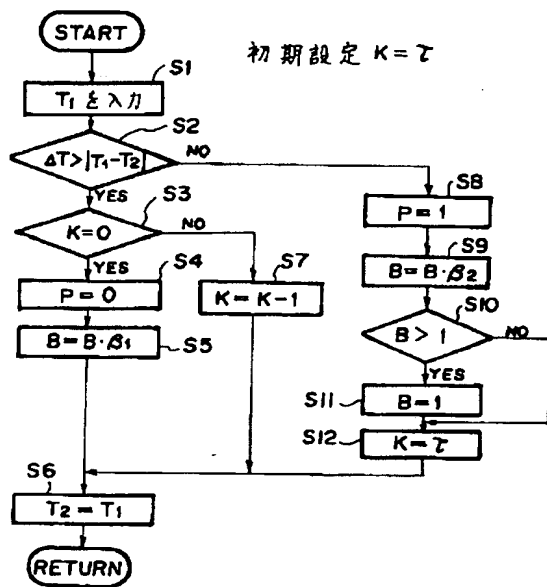
【図2】図1に示す装置の取付位置を示す概略図

【図3】図1に示す装置による制御の流れを示すフローチャート

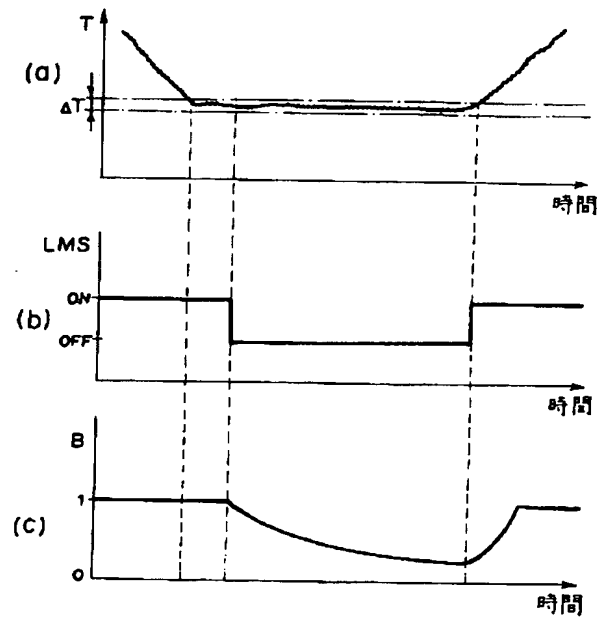
【図4】図1に示す装置の調整手段による調整タイミングを示す図



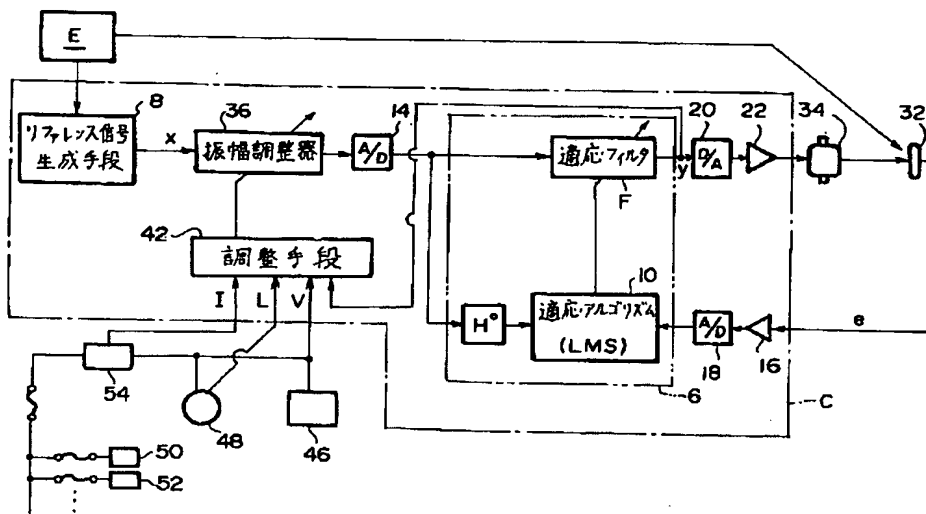
【図3】



【図4】

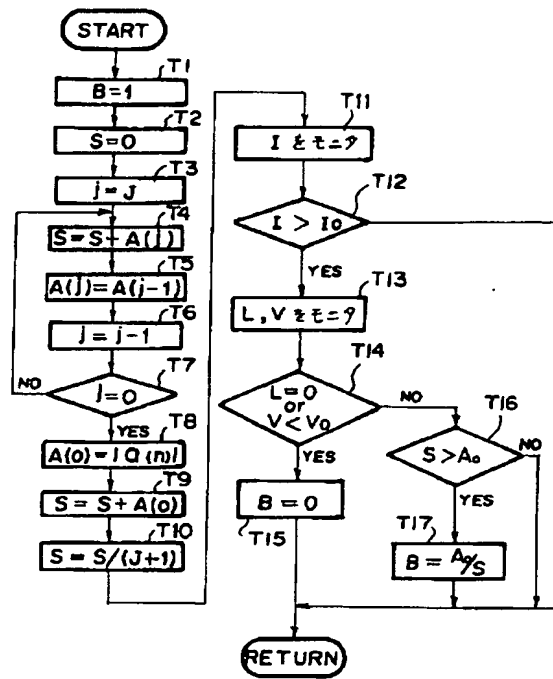


【図5】





【図 6】



(72)発明者 三藤 千明  
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

(72)発明者 塚原 裕  
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内

(72)発明者 原田 真悟  
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内